গতিশক্তি: বস্তু তার গতির জন্য যে কাজ করার সামর্থ্য অর্জন করে তাকে গতিশক্তি বলে। ইহাকে k.E বা E_k বা T দ্বারা প্রকাশ করা হয়। M.K.S পদ্ধতিতে ইহার একক J (জুল)। গতিশক্তির মাত্রা $[E_k] = ML^2T^{-2}$

m ভর বিশিষ্ট কোনো বস্তুর বেগ v হলে ইহার গতিশক্তি,
$E_k = \frac{1}{2} mv^2$

অর্থাৎ,
গতিশক্তি = ½ × ভর × (বেগ)^2

সংঘর্ষ বা সংঘাত

সংজ্ঞা: অতি অল্প সময়ের জন্য বৃহৎ কোনো বল ক্রিয়া করে বস্তুর গতির হঠাৎ ও ব্যাপক পরিবর্তন করাকে সংঘাত বা সংঘর্ষ বলে।

একটি আলফা কণা যখন একটি স্বর্ণ নিউক্লিয়াসের খুবই নিকটে আসে তখন অল্প সময়ের জন্য উহারা পরষ্পরকে প্রচন্ড বলে বিকর্ষণ করে। এই ঘটনাটি একটি সংঘর্ষ।

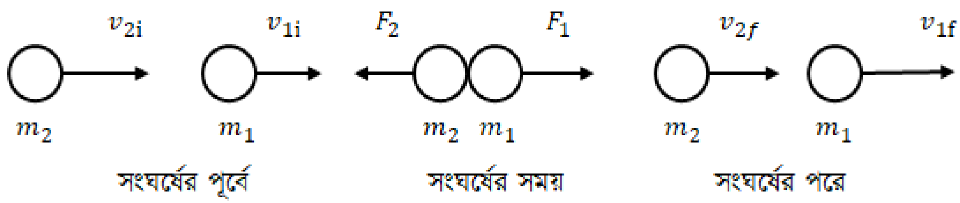
একমাত্রিক সংঘর্ষ: সংঘাতাধীন বস্তু দুটির আপেক্ষিক গতিবেগ সংঘর্ষের আগে ও পরে এক সরলরেখা বরাবর হলে ঐ সংঘাতকে একমাত্রিক সংঘর্ষ বলে।

সংঘর্ষের প্রকারভেদ

সংঘর্ষ দুই প্রকার। যথা—

1. স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ
2. অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ

স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ: যে সংঘর্ষের আগে ও পরে বস্তুদুটির আপেক্ষিক বেগ অপরিবর্তিত থাকে অর্থাৎ বস্তুদ্বয়ের মোট গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে সেই সংঘর্ষকে স্থিতিস্থাপক বা পূর্ণ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।



স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের চিত্র

m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তু u_1 ও u_2 আদিবেগে একই সরলরেখা বরাবর গতিশীল। $u_1 > u_2$ হলে কিছু সময় পর তাদের মধ্যে সংঘর্ষে সৃষ্টি হবে। সংঘর্ষের পর বস্তু দুটির বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 হলে,

সংঘর্ষের পূর্বে আপেক্ষিক বেগ,

$$= u_1 - u_2$$

সংঘর্ষের পরে আপেক্ষিক বেগ,

$$= v_2 - v_1$$

স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের সংজ্ঞানুযায়ী,

$$u_1 - u_2 = v_2 - v_1$$

আবার,

সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের মোট গতিশক্তি E_k হলে,

$$E_k = ½m_1u_1^2 + ½m_2u_2^2$$

সংঘর্ষের পরে বস্তুদ্বয়ের মোট গতিশক্তি E_k' হলে,

$$E_k' = ½m_1v_1^2 + ½m_2v_2^2$$

পূর্ণ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়; অর্থাৎ,

$$E_k = E_k'$$

বা, $\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$

বা, $\frac{1}{2}m_1u_1^2 - \frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2 - \frac{1}{2}m_2u_2^2$

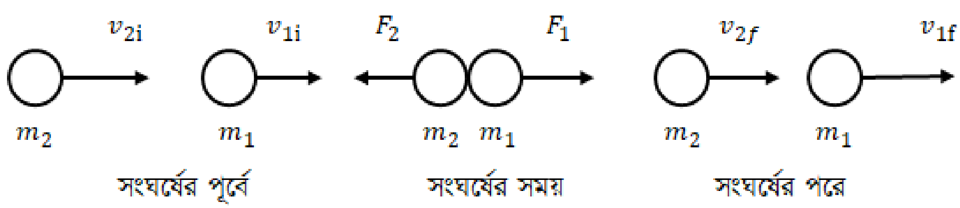
বা, $\frac{1}{2}m_1 (u_1^2 - v_1^2) = \frac{1}{2}m_2 (v_2^2 - u_2^2)$

বা, $m_1 (u_1^2 - v_1^2) = m_2 (v_2^2 - u_2^2)$

বা, $m_1 (u_1 + v_1) (u_1 - v_1) = m_2 (v_2 + u_2) (v_2 - u_2)$

প্রশ্ন: দেখাও যে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে বস্তুদ্বয়ের আপেক্ষিক বেগ সমান হয়।

উত্তর:



মনে করি, m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তু u_1 ও u_2 আদিবেগে একই সরলরেখা বরাবর গতিশীল। $u_1 > u_2$ হলে কিছু সময় পর তাদের মধ্যে সংঘর্ষে সৃষ্টি হবে। সংঘর্ষের পর বস্তু দুটির বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 হলে, ভরবেগ সংরক্ষণের সুত্রানুসারে পাই,

$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

বা, $m_1u_1 - m_1v_1 = m_2v_2 - m_2u_2$

বা, $m_1 (u_1 - v_1) = m_2 (v_2 - u_2)$ ——————————(i)

আবার, স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের শর্তানুযায়ী,

$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$

বা, $\frac{1}{2}m_1u_1^2 - \frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2 - \frac{1}{2}m_2u_2^2$

বা, $\frac{1}{2}m_1 (u_1^2 - v_1^2) = \frac{1}{2}m_2 (v_2^2 - u_2^2)$

বা, $m_1 (u_1^2 – v_1^2) = m_2 (v_2^2 – u_2^2)$

বা, $m_1 (u_1 + v_1) (u_1 – v_1) = m_2 (v_2 + u_2) (v_2 – u_2)$ ——————————(ii)

(ii) নং সমীকরণকে (i) নং দ্বারা ভাগ করি,

$$\frac{m_1 (u_1 + v_1)(u_1 - v_1)}{m_1 (u_1 - v_1)} = \frac{m_2 (v_2 + u_2)(v_2 - u_2)}{m_2 (v_2 - u_2)}$$

বা, $u_1 + v_1 = v_2 + u_2$

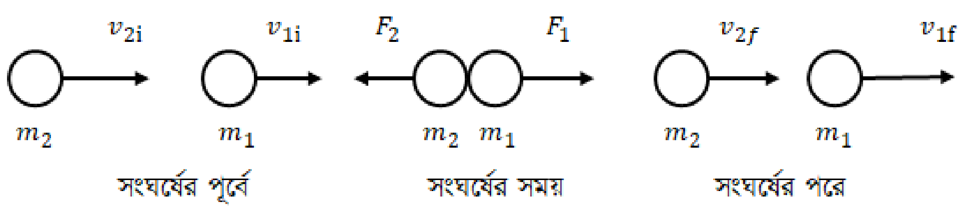
$\therefore u_1 – u_2 = v_2 – v_1$

(showed)

অর্থাৎ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের আগে ও পরে বস্তুদ্বয়ের আপেক্ষিক বেগ সমান হয়।

স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের পরে বেগ নির্ণয়

পাঠ্যবইয়ের ৭২ পৃষ্ঠার বক্স



মনে করি, m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তু u_1 ও u_2 আদিবেগে একই সরলরেখা বরাবর গতিশীল। $u_1 > u_2$ হলে কিছু সময় পর তাদের মধ্যে সংঘর্ষে সৃষ্টি হবে। সংঘর্ষের পর বস্তু দুটির বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 হলে, ভরবেগ সংরক্ষণের সূত্রানুসারে পাই,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

বা, $m_1u_1 – m_1v_1 = m_2v_2 – m_2u_2$

বা, $m_1 (u_1 - v_1) = m_2 (v_2 - u_2)$ ——————————(i)

আবার, স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের শর্তানুযায়ী,

$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$

বা, $\frac{1}{2}m_1u_1^2 - \frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2 - \frac{1}{2}m_2u_2^2$

বা, $\frac{1}{2}m_1 (u_1^2 - v_1^2) = \frac{1}{2}m_2 (v_2^2 - u_2^2)$

বা, $m_1 (u_1^2 - v_1^2) = m_2 (v_2^2 - u_2^2)$

বা, $m_1 (u_1 + v_1) (u_1 - v_1) = m_2 (v_2 + u_2) (v_2 - u_2)$ ——————————(ii)

(ii) নং সমীকরণকে (i) নং দ্বারা ভাগ করি,

$$\frac{\cancel{m_1}(u_1+v_1)\cancel{(u_1-v_1)}}{\cancel{m_1}\cancel{(u_1-v_1)}} = \frac{\cancel{m_2}(v_2+u_2)\cancel{(v_2-u_2)}}{\cancel{m_2}\cancel{(v_2-u_2)}}$$

বা, $u_1 + v_1 = v_2 + u_2$

বা, $u_1 - u_2 = v_2 - v_1$ ——————————(iii)

বা, $v_2 = u_1 + v_1 - u_2$

এখন v_2 এর মান (i) নং সমীকরণে বসিয়ে পাই,

$m_1 (u_1 - v_1) = m_2 (u_1 + v_1 - u_2 - u_2)$

বা, $m_1 (u_1 - v_1) = m_2 (u_1 + v_1 - 2u_2)$

বা, $m_1u_1 - m_1v_1 = m_2u_1 + m_2v_1 - 2m_2u_2$

বা, $m_1u_1 - m_2u_1 + 2m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_1$

বা, $(m_1 - m_2)\, u_1 + 2m_2u_2 = v_1\,(m_1 + m_2)$

বা, $v_1 = \dfrac{(m_1 - m_2)u_1 + 2m_2u_2}{m_1 + m_2}$

বা, $v_1 = \dfrac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}u_1 + \dfrac{2m_2}{m_1 + m_2}u_2$ ——————————(iv)

আবার, সমীকরণ (iii) হতে পাই,

$- v_1 = u_1 - u_2 - v_2$

$- v_1$ এর মান (i) নং সমীকরণে বসাই,

$m_1\,(u_1 + u_1 - u_2 - v_2) = m_2\,(v_2 - u_2)$

বা, $m_1\,(2u_1 - u_2 - v_2) = m_2\,(v_2 - u_2)$

বা, $2m_1u_1 - m_1u_2 - m_1v_2 = m_2v_2 - m_2u_2$

বা, $m_2u_2 - m_1u_2 + 2m_1u_1 = m_1v_2 + m_2v_2$

বা, $(m_2 - m_1)\, u_2 + 2m_1u_1 = v_2\,(m_1 + m_2)$

বা, $v_2 = \dfrac{(m_2 - m_1)u_2 + 2m_1u_1}{m_1 + m_2}$

বা, $v_2 = \dfrac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}u_2 + \dfrac{2m_1}{m_1 + m_2}u_1$ ——————————(v)

স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের বিশেষ ক্ষেত্রসমূহ

1. বস্তুদুটির ভর সমান; এক্ষেত্রে $m_1 = m_2$ হলে সমীকরণ (iv) ও (v) হতে পাই, $v_1 = u_2$ এবং $v_2 = u_1$ অর্থাৎ সংঘর্ষের পর বস্তুদুটি বেগ বিনিময় করে।

2. বস্তুদুটির ভর অসমান এবং শুরুতে ২য় বস্তুটি স্থির; এক্ষেত্রে $m_1 \neq m_2$ ও $u_2 = 0$ হলে সমীকরণ (iv) ও (v) হতে পাই,

   $$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 \quad \text{এবং} \quad v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} u_1$$

   অর্থাৎ বস্তুদুটির ভর অসমান হলে সংঘর্ষের পরে কোনো বস্তুকেই গতিহীন করা যায় না। বরং দুটি বস্তু কিছু বেগে গতিশীল হবে।

3. বস্তুদুটির ভর সমান এবং শুরুতে ২য় বস্তুটি স্থির; এক্ষেত্রে $m_1 = m_2$ এবং $u_2 = 0$ হলে সমীকরণ (iv) ও (v) হতে পাই, $v_1 = 0$ এবং $v_2 = u_1$ অর্থাৎ সংঘর্ষের পর ১ম বস্তু থেমে যায় এবং ২য় বস্তু ১ম বস্তুর বেগ নিয়ে চলতে থাকে।

4. ১ম বস্তুটি ২য় বস্তুর তুলনায় অত্যান্ত ভারী এবং শুরুতে ২য় বস্তুটি স্থির; এক্ষেত্রে $m_1 >> m_2$ এবং $u_1 = 0$ সুতরাং লেখা যায়, $m_1 - m_2 \approx m_1$ এবং $m_1 + m_2 \approx m_1$
   অতএব সমীকরণ (iv) ও (v) হতে পাই, $v_1 = u_1$ এবং $v_2 = 2u_1$ অর্থাৎ সংঘর্ষের পর ভারী বস্তুর বেগ প্রায় অপরিবর্তিত থাকে এবং হালকা বস্তুটি ভারি বস্তুর প্রায় দ্বিগুণ বেগে ছুটে যায়।

5. ২য় বস্তুটি ১ম বস্তুর তুলনায় অত্যান্ত ভারী এবং শুরুতে ২য় বস্তুটি স্থির; এক্ষেত্রে $m_2 >> m_1$ এবং $u_2 = 0$ সুতরাং লেখা যায়, $m_1 - m_2 \approx - m_2$ এবং $m_1 + m_2 \approx m_2$
   অতএব সমীকরণ (iv) হতে পাই, $v_1 = - u_1$ এবং সমীকরণ (iii) হতে পাই $v_2 = 0$ অর্থাৎ সংঘর্ষের পর ভারী বস্তুটি স্থিরই থাকবে এবং হালকা বস্তুটি তার আদিবেগে বিপরীত দিকে ছুটে আসবে।